

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-004459

(43)Date of publication of application : 09.01.1989

(51)Int.Cl.

C22C 38/46

C22C 38/00

(21)Application number : 62-160428

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 26.06.1987

(72)Inventor : ITABE TADAKI  
TAKAYAMA TAKEMORI

## (54) RAPID NITRIDING STEEL

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To heighten the nitriding speed and the hardening depth for nitriding treatment time by decreasing the Si content in a V addition type rapid nitriding steel having specific compsn. and regulating the upper limit of the Cr content therein.

**CONSTITUTION:** The compsn. of the titled steel is formed with, by weight, 0.20W0.50% C,  $\leq 0.30\%$  Si, 0.50W1.50% Mn,  $\leq 1.20\%$  Cr, 0.05W0.30% V, 0.05W0.30% Al, each  $\leq 0.02\%$  P and S, each  $\leq 0.05\%$  Cu, Ni and Sn as essential components and the balance Fe with inevitable impurities.

0.10W0.40% Mo is furthermore incorporated thereto at need. The steel material contg. said compsn. has great hardening depth for nitriding treatment time compared to the conventional V addition steel material and the hardening depth proportional to the square root of the treatment time can be obt'd. even in the case of prolonging the treatment time.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-4459

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)1月9日

C 22 C 38/46  
38/00

3 0 1

N-6813-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 迅速窒化鋼

⑮ 特 願 昭62-160428

⑯ 出 願 昭62(1987)6月26日

⑰ 発 明 者 板 部 忠 喜 大阪府枚方市上野2丁目5番3-203号  
 ⑰ 発 明 者 高 山 武 盛 大阪府枚方市村野本町31番7号  
 ⑰ 出 願 人 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂2丁目3番6号  
 ⑰ 代 理 人 弁理士 三木 正之

## 明 細 書

## 1. 発明の名称 迅速窒化鋼

## 2. 特許請求の範囲

## 1 次の組成を必須成分として持つ迅速窒化鋼。

C : 0.20 ~ 0.50 %

Si : 0.30 % 以下

Mn : 0.50 ~ 1.50 %

Cr : 1.20 % 以下

V : 0.05 ~ 0.30 %

Ag : 0.05 ~ 0.30 %

P、S : それぞれ 0.02 % 以下

Cu、Ni、Sn : それぞれ 0.05 % 以下

残部 : Fe と その他不可避不純物。

## 2 必須成分に、さらに、

Mo : 0.10 ~ 0.40 % を含んだ特許請求の範囲

第1項記載の迅速窒化鋼。

## 3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野 :

本発明は、窒化処理用鋼材組成に関するもので、特に、処理時間の長短に関係なく、安定して保

い硬化層が得られる鋼材組成に関するものである。

従来の技術 :

焼焠化・軟焠化・硬焠化・浸炭焠化などの各種焠化処理は、いずれも、鋼のA<sub>1</sub>変態温度以下で、窒素の侵入・拡散・窒化物の生成反応過程を言ひ鋼材の処理方法で、表面硬化(疲労強度向上)、あるいは、表面処理(表面状態改善)のため用いられている。焠化処理は焼入れによる相変化を伴わない比較的低い温度の処理でもつて、高精度な熱処理方法であるが、反面処理温度が低いため、窒素の拡散速度が遅く、硬化深さの割には処理時間が長いという問題点を抱えている。

焠化時間を短縮させるための対策は、処理方法(迅速窒化法)と、鋼材(迅速窒化鋼)との両面から研究されているが、特に後者が重要である。

迅速窒化鋼として、従来提案された主要な鋼材として、Ti添加鋼とV添加鋼とが挙げられる。

特開昭54-52118号公報、特公昭62-990号公報にTi添加鋼の1例が開示されている。

Ti添加鋼の場合、C含有量を0.03%以下にする

ことが必要であるが、そのため、充分な芯部強度が得られない欠点がある。例えば、570°C×4 H ガス軟退化後の小野式回転曲げ疲労試験（試験片：JIS 1号 10φ）での疲労強さは約40MPa/mmに過ぎない。

V添加鋼については、特開昭58-71857号公報、同昭58-71858号公報、同昭58-71859号公報、特公昭62-7248号公報などが開示されている。

V添加鋼の場合、退化後の硬化層はTi添加鋼より浅いが、C含有量の調整により、Hv 250前後の適正な芯部硬さが得られ、570°C×4 H ガス軟退化後の曲げ疲労強度が約55MPa/mmと高く表面硬化（疲労強度向上）用鋼としての実用性が高い。

解決しようとする問題点：

V添加型高速退化鋼の硬化特性についての従来の鋼材の硬化性を検討すると、退化時間8 H以上（特に4 H以上）の長時間処理において、正常拡散速度（定位値にわたる硬度増加が、時間の平方根に比例する速度。）を維持する鋼材は見当らない。

V : 0.05 ~ 0.80 %

Al : 0.05 ~ 0.30 %

P、S : それぞれ、0.02 % 以下

Cu、Ni、Sn : それぞれ、0.05 % 以下

残部：Feとその他不可避不純物を必須成分とし

、または、上記組成に、さらに、Mo : 0.10 ~

0.40 % 含んだもの；

を用いることにより、退化速度が速く、深い硬化度を得られ、長時間にわたり、正常硬化（拡散）速度を維持する製品を提供する。

鋼材組成決定の理由は下記実施例に例示した結果に基づく。

ただし、鋼材の基本組成として、C : 0.40 %、Si : 0.25 %、Mn : 1.0 %、Cr : 1.0 %、V : 0.1 %、Al : 0.1 % のものを選び、素材調整して芯部における硬さを、約 Hv 800 に調整したものを用いた。

実施例は、570°Cで4時間、ガス軟退化した後、油冷する条件で行った。処理後の断面硬度はマイクロビッカース硬度計を用い、荷重300 g

問題点を解決する手段・作用：

退化による硬度上昇のメカニズムは、

(1) 鋼中へのNの侵入拡散、

(2) Nと合金元素（Cr、Al、V等）との結合による窒化物の形成、

とに分けられるので

(1) 鋼中でのNの拡散抵抗の低減、

(2) 拡散したNを最も効果的に必要な硬度上昇を得るための窒化物の選択、

の観点に立ち、基礎テストを行った。その結果に基づき、

(a) Siの低減、

(b) Crの上限の規制、

(c) V、Alの微量添加、

を主な着眼点として、本発明では退化用鋼材の組成として、

C : 0.20 ~ 0.50 %

Si : 0.30 % 以下

Mn : 0.50 ~ 1.50 %

Cr : 1.20 % 以下

で決定した。

(1) C : 0.20 ~ 0.50 %

C量のこの限定は、芯部の強度と靱性の保持のために必要で、実験の前提条件である。

(2) Si : 0.30 % 以下

第1図（基本組成の鋼材について、Si含有量のみを変えた実験の結果）に示すように、Si含有量が増すと、Hv 400を示す硬化深さが浅くなる。すなわち、従来の拡散速度が遅くなる。それゆえ0.30 % 以下にすることが望ましい。

(3) Mn : 0.50 ~ 1.5 %

鋼材時に脱酸剤として添加される。退化鋼材の成分として、芯部強度を保持するため、最低0.5 % 必要であるが1.5 % を超えると、切削性が著しく低下する。

(4) Cr : 1.20 % 以下

第2図に示すように、Cr含有量が1.20 % を超すと、Hv 400基準の硬化深さが減る。Crは表面硬さを増す効果を持つが、その効果はV、Alほど大きくない。そのため、一定量の硬度上昇を得るとき

に、Crの場合は、V、Alに比較して多くの浸透を必要とし、浸透の拡散速度が低下するためである。

(例) V : 0.05 ~ 0.80 %

第3図に示すように、Vの添加量を増すと硬化深さが増加する。しかし充分な効果を得るためには、0.05%以上必要である。しかしながら、0.80%を超すとその効果は飽和する。

(例) Al : 0.05 ~ 0.80 %

Alは脱炭素剤として働くが、同時に窒化後の硬度上昇に寄与する。本発明の鋼材は、Crの含有量を少なくして、硬化深さの増加を狙っているので、このままでは表面硬度が低下する。これを防ぐために、Alを少量添加する。第5図に示すように、充分な表面硬度を得るためには、Alの含有量は0.05%以上必要であるが、0.8%を超えると、硬化深さが減少し、表面硬度が必須以上に高くなる。

(例) Mo : 0.10 ~ 0.40 %

Moは窒化速度に影響を与えないが、窒化処理中および処理後の冷却中に生じる脆化を防止する。しかし、0.40%を超えるとその効果は飽和し、鋼

材硬度が高くなる。したがって、窒化後の鋼性の向上を望む場合に添加する。

(例) PおよびS : それぞれ0.02%以下、

Cu、NiおよびSn : それぞれ0.05%以下、

これらの元素は窒化にあって不純物として作用するので少ない方が望ましい。PおよびSが、それぞれ、0.02%以下、Cu、NiおよびSnが、それぞれ、0.05%以下が一応の基準である。

実施例 :

本発明の鋼材A(実施例1)、B(実施例2)の組成、および、鋼材C(比較例1)、D(比較例2)の組成を第1表に示す。ただし、鋼材Cは従来のV添加迅速窒化鋼、鋼材Dは市販のSCM440Hである。

これらの鋼材を、素材調質を行い各部硬さをHv400に調質した後比較試験を行った。

窒化条件として、まず670℃でガス吸窒化し、油冷時の窒化時間とHv400基準硬化深さとの関係をしらべた。その結果を第6図に、横軸に、処理時間の平方根、たて軸にHv400基準硬化深さをと

つて示す(・で示す鋼材Aのデータと○で示す鋼材Bのデータとはほとんど同じ線で表わされるので、1の直線で表わす。第6図においても同じ)。横軸に平方根を用いたのは、浸炭、窒化のようにC又はNの拡散を利用する鋼の表面硬化法において、鋼中へのC又はNの拡散深さは、拡散時間の平方根に比例するという経験則を利用するためである(経験則どおりであれば直線表示できる。 )。

Vを含まない鋼材Dでは硬化層が浅い。比較鋼材Cでは、処理時間8hr以上で、直線関係より硬化層が浅くなっており、時間が経つにつれて、特に4時間を超えると、拡散速度(硬化速度)が小さい。これに対し、本発明鋼材A、Bは、長時間域でも直線関係を維持し、安定した優れた窒化速度を示した。

次に、他の窒化処理で得られた硬度分布の例として、純窒化の結果を第7図に示す。

処理条件は第6図に示した二段ガス窒化のとおりである。本発明鋼材A、Bの場合、表面硬さは

比較鋼材Cより若干低いのが、Hv400基準硬化深さは、約0.07mm(約15%)増加し、82hrに及ぶガス窒化においても安定した優れた窒化速度を示した。

また、特にデータを示さないが、純窒化、浸炭窒化においても、本発明鋼材は、処理時間の長短にかかわらず、安定した優れた窒化特性が得られた。

表 1

成分	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Al	備考
鋼材	A	B	C	D					
区分	実測例	実測例	比較例	比較例					
C	0.89	0.40	0.38	0.42					
Si	0.01	0.01	0.33	0.19					
Mn	1.12	1.08	0.85	0.85					
P	0.012	0.013	0.015	0.014					
S	0.014	0.012	0.016	0.011					
Cr	0.58	0.54	1.25	1.03					
Mo	-	0.20	0	0.15					
V	0.20	0.21	0.20	0					
Al	0.152	0.169	0.025	0.016					
備考			従来のV強化鋼材	市販SCM440H					

段ガス強化した場合の、表面からの深さとその位置の硬さとの関係を示すグラフである。

第7図は、第6図の実験での強化スケジュールを示す時間温度関係図である。

出 願 人 株式会社小松製作所  
代 理 人 三 木 正 之

発明の効果：

本発明の組成の鋼材は、従来のV添加鋼材に比べて、強化処理時間に対する硬化深さが大で、かつ、処理時間を大にした場合でも、処理時間の平方根に比例した硬化深さを得ることができる。

4. 図面の簡単な説明：

第1図は、本発明鋼材中のSi含有量を変化させた場合のHv400基準硬化深さを示すグラフである。

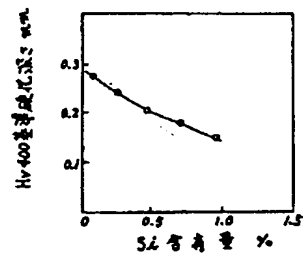
第2図は、本発明鋼材中のCr含有量を変化させた場合のHv400基準硬化深さおよび、50μmの深さの表面硬さを示すグラフである。

第3図は、本発明鋼材中のV含有量を変化させた場合のHv400基準硬化深さを示すグラフである。

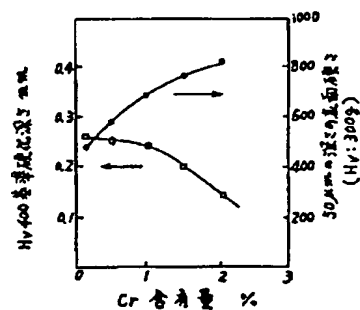
第4図は、本発明鋼材中のAl含有量を変化させた場合のHv400基準硬化深さおよび50μm深さの表面硬さを示すグラフである。

第5図はガス強化時間を変化させた場合のHv400基準硬化深さを、本発明の鋼材(A、B)、比較鋼材(C、D)について比較した図面である。

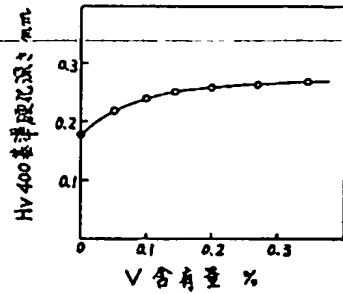
第6図は、第7図のスケジュールにしたがい二



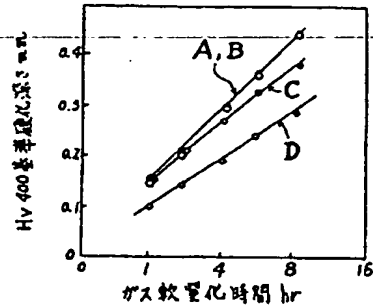
第1図



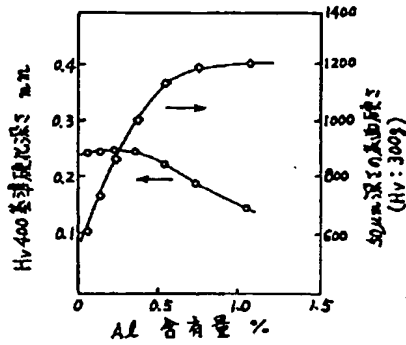
第2図



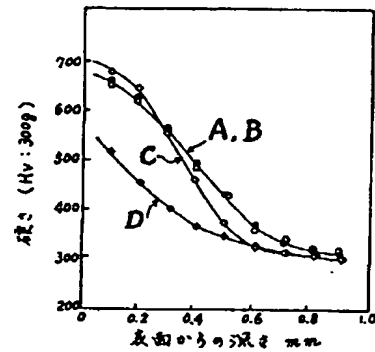
第3図



第5図



第4図



第6図

# 手続補正書

昭和62年12月23日

特許庁長官 小川 邦夫 殿

事件の表示 特願昭62-160428号

発明の名称 迅速塗着鋼

補正をする者

事件との関係

出願人

住所(居所)

東京都港区赤坂二丁目3番6号

氏名(名称)

(123)株式会社 小松製作所

代理人

住所

〒550 大阪市西区新町1丁目4番21号大幸ビル4階

氏名

(8542) 弁理士 三木 正



補正命令の日付

自 発。

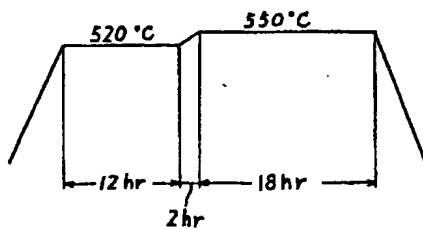
補正の対価

明細書: 発明の詳細な説明の欄、  
図面の簡単な説明の欄。

図面:

補正の内容

別紙の通り。



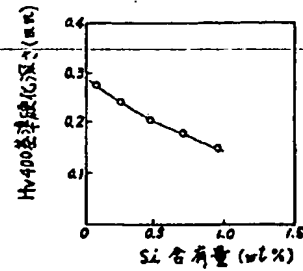
第7図

# I 明細書

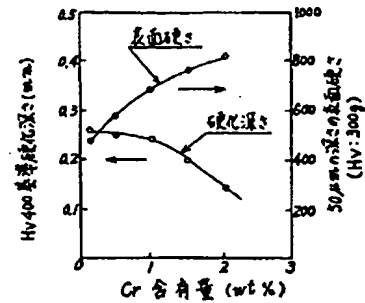
- (1) 第2頁第10行目の「熱処理方法であるが、」とあるを、「熱処理方法である。しかし、」と補正します。
- (2) 第12頁第7行目、第9行目、第12行目、第14行目に、それぞれ「本発明鋼材中の」とあるを、いずれも「鋼材中の」と補正します。

# II 図面

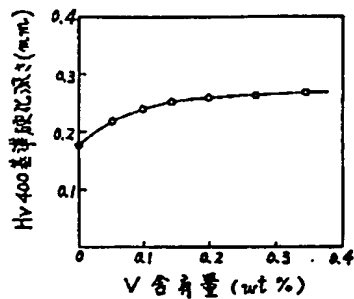
第1図、第2図、第3図、第4図、第5図、第6図を、それぞれ、添付図面の通り補正します。



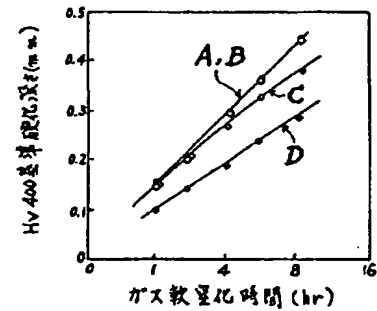
第 1 図



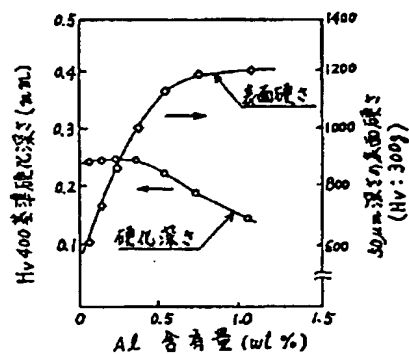
第 2 図



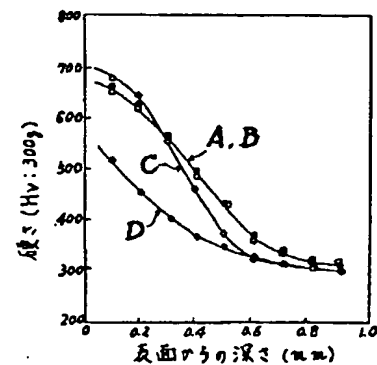
第 3 図



第 5 図



第 4 図



第 6 図